

[Original document](#)

# CHROMIUM STEEL SHEET EXCELLENT IN DEEP DRAWABILITY AND RESISTANCE TO SECONDARY WORKING BRITTLINESS AND ITS PRODUCTION

Publication number: JP8020843

Publication date: 1996-01-23

Inventor: FUJISAWA MITSUSACHI; SATO SUSUMU

Applicant: KAWASAKI STEEL CO

Classification:






- international: C22C27/06; C22C38/28; C22C38/32; C22C27/00;  
C22C38/28; C22C38/32; (IPC1-7): C22C38/00;  
C21D8/04; C22C27/06; C22C38/32

- european:

Application number: JP19940153831 19940705

Priority number(s): JP19940153831 19940705

Also published as:

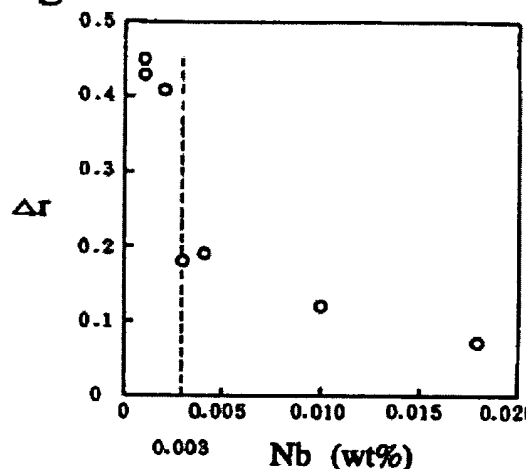
 EP0727502 (A1)  
 WO9601335 (A)  
 US5709836 (A1)  
 EP0727502 (A4)  
 EP0727502 (B1)

[View INPADOC patent family](#)[Report a data error here](#)

## Abstract of JP8020843

**PURPOSE:** To produce a chromium steel sheet excellent in deep drawability and resistance to secondary working brittleness and to provide its product technique. **CONSTITUTION:** A steel, which has a chemical composition consisting of, by weight,  $\leq 0.03\%$  C,  $\leq 1.0\%$  Si,  $\leq 1.0\%$  Mn,  $\leq 0.05\%$  P,  $\leq 0.015\%$  S,  $\leq 0.10\%$  Al,  $\leq 0.02\%$  N, 5-60% Cr, 4(C+N) to 0.5% Ti, 0.003-0.020% Nb, 0.0002-0.005% B, and the balance Fe with inevitable impurities and further containing, if necessary, 0.0005-0.01% Ca and 0.1-5.0% Mo, is used. A hot rolled steel plate having this chemical composition is subjected to cold rolling at  $\geq 30\%$  draft by means of a work roll of  $\geq 150\text{mm}$  roll diameter.

Fig. 1

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-20843

(43) 公開日 平成8年(1996)1月23日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z			
C 2 1 D 8/04		B 8821-4K		
C 2 2 C 27/06				
38/32				

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

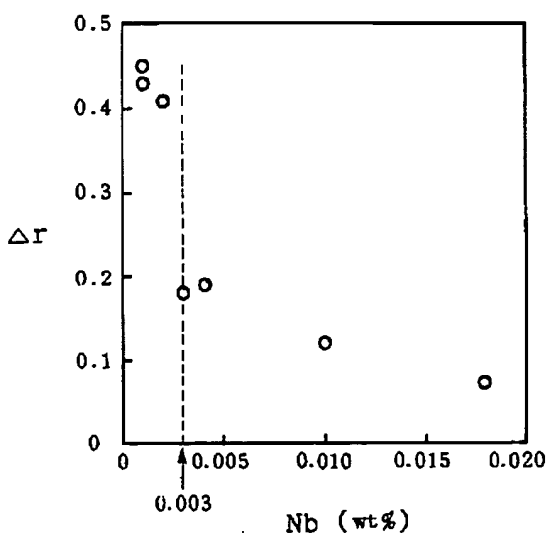
(21) 出願番号	特願平6-153831	(71) 出願人	000001258 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
(22) 出願日	平成6年(1994)7月5日	(72) 発明者	藤沢 光幸 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内
		(72) 発明者	佐藤 進 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内
		(74) 代理人	弁理士 小川 順三 (外1名)

(54) 【発明の名称】 深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 深絞り成形性と耐二次加工脆性とが共に優れた特性を有するクロム鋼板およびその製造技術を提供する。

【構成】 C : 0.03wt%以下、 Si : 1.0 wt%以下、 Mn : 1.0 wt%以下、 P : 0.05wt%以下、 S : 0.015 wt%以下、 Al : 0.10wt%以下、 N : 0.02wt%以下、 Cr : 5 ~ 60wt%、 Ti : 4(C+N) ~ 0.5 wt%、 Nb : 0.003 ~ 0.020 wt%、 B : 0.0002 ~ 0.005 wt%を含み、必要に応じてCa : 0.0005 ~ 0.01wt%、 Mo : 0.1 ~ 5.0 wt%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる化学組成とする。また、この化学組成を有する熱間圧延鋼板に、ロール径150mm以上のワークロールによる圧下率が30%以上である冷間圧延を施す。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C : 0.03wt%以下、 Si : 1.0 wt%以下、

Mn : 1.0 wt%以下、 P : 0.05wt%以下、  
S : 0.015 wt%以下、 Al : 0.10wt%以下、  
N : 0.02wt%以下、 Cr : 5 ~ 60wt%、  
Ti : 4(C+N) ~ 0.5 wt%、 Nb : 0.003 ~ 0.020 wt%、  
B : 0.0002 ~ 0.005 wt%を含有し、残部がFeおよび不可  
避的不純物からなる、深絞り成形性と耐二次加工脆性に  
優れるクロム鋼板。

【請求項2】 C : 0.03wt%以下、 Si : 1.0 wt%以下、

Mn : 1.0 wt%以下、 P : 0.05wt%以下、  
S : 0.015 wt%以下、 Al : 0.10wt%以下、  
N : 0.02wt%以下、 Cr : 5 ~ 60wt%、  
Ti : 4(C+N) ~ 0.5 wt%、 Nb : 0.003 ~ 0.020 wt%、  
B : 0.0002 ~ 0.005 wt%を含み、かつCa : 0.0005 ~ 0.01  
wt%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる、  
深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板。

【請求項3】 C : 0.03wt%以下、 Si : 1.0 wt%以下、

Mn : 1.0 wt%以下、 P : 0.05wt%以下、  
S : 0.015 wt%以下、 Al : 0.10wt%以下、  
N : 0.02wt%以下、 Cr : 5 ~ 60wt%、  
Ti : 4(C+N) ~ 0.5 wt%、 Nb : 0.003 ~ 0.020 wt%、  
B : 0.0002 ~ 0.005 wt%を含み、かつMo : 0.1 ~ 5.0 wt  
%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる、  
深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板。

【請求項4】 C : 0.03wt%以下、 Si : 1.0 wt%以下、

Mn : 1.0 wt%以下、 P : 0.05wt%以下、  
S : 0.015 wt%以下、 Al : 0.10wt%以下、  
N : 0.02wt%以下、 Cr : 5 ~ 60wt%、  
Ti : 4(C+N) ~ 0.5 wt%、 Nb : 0.003 ~ 0.020 wt%、  
B : 0.0002 ~ 0.005 wt%を含み、かつCa : 0.0005 ~ 0.01  
wt%、 Mo : 0.1 ~ 5.0 wt%を含有し、残部がFeおよび  
不可避的不純物からなる、深絞り成形性と耐二次加工脆  
性に優れるクロム鋼板。

【請求項5】 請求項1 ~ 4のいずれか1つに記載のクロ  
ム鋼板を製造するにあたり、それぞれに記載の化学組成  
を有する熱間圧延鋼板に、ロール径150mm以上のワーク  
ロールによる圧下率が30%以上である冷間圧延を施すこ  
とを特徴とするクロム鋼板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、深絞り成形性に優れる  
とともに耐二次加工脆性にも優れるクロム鋼板（以下、  
鋼帯も含む）およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

2

【従来の技術】 クロム鋼板のうちの代表鋼種であるフェ  
ライト系ステンレス鋼板は、通常、連続铸造鋼片を加熱  
した後、熱間圧延—熱延板焼鈍—冷間圧延—仕上げ焼鈍  
の各工程を経て製造される。このようにして製造された  
フェライト系ステンレス鋼は、一般に、耐応力腐食割れ  
性に優れるとともに安価であることから各種厨房器具、  
自動車部品などの分野で幅広く使用されている。しかし  
ながら、特に、自動車燃料フィルターケースなどの用途  
においては、過酷な深絞り加工を行うため、しばしば二  
次加工脆性による割れが発生するという問題が生じてい  
た。

【0003】 ところで、フェライト系ステンレス鋼板の  
深絞り成形性あるいは耐二次加工脆性を改善するため  
に、これまでも数多くの試みがされている。例えば、  
特公昭54-11770号公報には、Ti添加により高い冷間加工  
性を旨としたフェライト系ステンレス鋼板の製造技術  
が、また特公昭57-55787号公報には、B添加により高い  
ランクフォード値（以下、単に「r値」と略記する）を  
旨としたフェライト系ステンレス鋼板の製造技術がそれ  
ぞれ提案されている。さらに、特公平2-7391号公報に  
は、TiとBの添加により深絞り後の張り出し成形時に脆  
性割れを生じにくいフェライト系ステンレス鋼板の製造  
技術が提案されている。

【0004】 しかし、これらの技術には、それぞれ以下  
に述べるような問題点があった。すなわち、特公昭54-1  
1770号公報に開示の技術では、過酷な深絞り加工後の二  
次加工時に脆性割れが散見されることがあった。また、  
特公昭57-55787号公報に開示の技術では、深絞り性が十  
分でないために過酷な深絞り加工には適さなかった。さ  
らに、特公平2-7391号公報に開示の技術では、TiとBを  
添加しているものの、深絞り性か二次加工脆性のいずれ  
かの特性が劣り、両特性を同時に満足するものではなか  
った。その上、上記の各技術では、r値の面内異方性  
（以下、単に「Δr」と略記する）が、十分には改善さ  
れていないという問題があった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように、上記既知  
技術はいずれも、深絞り成形性あるいは二次加工脆性の  
いずれか一方の特性を向上させるが、これら両特性を同  
時に満足させるものではないという共通した問題点を抱  
えていた。このため、過酷な深絞り加工を行った場合、  
その後の二次加工脆性割れが危惧されていた。

【0006】 そこで、本発明の主たる目的は、深絞り成  
形性と耐二次加工脆性とが共に優れるクロム鋼板および  
その製造技術を提供することにある。この発明の他の目  
的は、r値が1.5以上、Δrが0.3以下で、しかも脆性  
割れの発生温度が-50℃以下を満たすクロム鋼板および  
その製造技術を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 さて、上掲の目的の実現

に向けて鋭意研究した結果、発明者らは、クロム鋼板の化学組成を適切な範囲に制御すること、またさらに、熱間圧延鋼板に冷間圧延を施す際の冷間圧延条件を適切に制御すれば、深絞り成形性と二次加工脆性とを同時に改善することが可能であることを見だし、本発明を完成するに至った。

【0008】本発明は、上記の考え方を具体化した下記の構成を要旨とするものである。

(1) C: 0.03wt%以下、 Si: 1.0 wt%以下、 Mn: 1.0 wt%以下、 P: 0.05wt%以下、 S: 0.015 wt%以下、 Al: 0.10wt%以下、 N: 0.02wt%以下、

Cr: 5~60wt%、 Ti: 4(C+N)~0.5 wt%、 Nb: 0.003~0.020 wt%、 B: 0.0002~0.005 wt%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる、深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板。

【0009】(2) C: 0.03wt%以下、 Si: 1.0 wt%以下、 Mn: 1.0 wt%以下、 P: 0.05wt%以下、 S: 0.015 wt%以下、 Al: 0.10wt%以下、 N: 0.02 wt%以下、 Cr: 5~60wt%、 Ti: 4(C+N)~0.5 wt%、 Nb: 0.003~0.020 wt%、 B: 0.0002~0.005 wt%を含み、かつCa: 0.0005~0.01wt%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる、深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板。

【0010】(3) C: 0.03wt%以下、 Si: 1.0 wt%以下、 Mn: 1.0 wt%以下、 P: 0.05wt%以下、 S: 0.015 wt%以下、 Al: 0.10wt%以下、 N: 0.02 wt%以下、 Cr: 5~60wt%、 Ti: 4(C+N)~0.5 wt%、 Nb: 0.003~0.020 wt%、 B: 0.0002~0.005 wt%を含み、かつMo: 0.1~5.0 wt%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる、深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板。

【0011】(4) C: 0.03wt%以下、 Si: 1.0 wt%以下、 Mn: 1.0 wt%以下、 P: 0.05wt%以下、 S: 0.015 wt%以下、 Al: 0.10wt%以下、 N: 0.02 wt%以下、 Cr: 5~60wt%、 Ti: 4(C+N)~0.5 wt%、 Nb: 0.003~0.020 wt%、 B: 0.0002~0.005 wt%を含み、かつCa: 0.0005~0.01wt%、 Mo: 0.1~5.0 wt%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる、深絞り成形性と耐二次加工脆性に優れるクロム鋼板。

【0012】(5) 請求項1~4のいずれか1つに記載のクロム鋼板を製造するにあたり、それぞれに記載の化学組成を有する熱間圧延鋼板に、ロール径150mm以上のワークロールによる圧下率が30%以上である冷間圧延を施すことを特徴とするクロム鋼板の製造方法。

【0013】

【作用】次に、本発明において、クロム鋼板の化学組成および製造条件を上記要旨構成のとおりに限定した理由について説明する。

【0014】C: 0.03wt%以下；Cは、r値および伸び

特性を低下させる元素である。とくに、0.03wt%を超えるとその影響が顕著になるので0.03wt%以下とする必要がある。好ましくは0.01wt%以下の範囲がよい。

【0015】Si: 1.0 wt%以下；Siは、脱酸のために有効な元素であるが、過剰の添加は冷間加工性の低下を招くので、その添加範囲は1.0 wt%以下、好ましくは0.5 wt%以下とする。

【0016】Mn: 1.0 wt%以下；Mnは、鋼中に存在するSを析出固定し、熱間圧延性を保つために有効な元素であるが、過剰の添加は冷間加工性の低下を招くので、その添加範囲は1.0 wt%以下、好ましくは0.5 wt%以下とする。

【0017】P: 0.05wt%以下；Pは、熱間加工性に有害な元素である。とくに、0.05wt%を超えるとその影響が顕著になるので0.05wt%以下、好ましくは0.04wt%以下とする。

【0018】S: 0.015 wt%以下；Sは、結晶粒界に偏析し、粒界脆化を促進する有害な元素である。とくに、0.015 wt%を超えるとその影響が顕著になるので0.015 wt%以下、好ましくは0.008 wt%以下とする。

【0019】Al: 0.10wt%以下；Alは、脱酸のために有効な元素であるが、過剰な添加はAl系介在物の増加により、表面疵を招く原因となるので0.10wt%以下、好ましくは0.07wt%以下の範囲で添加する。

【0020】N: 0.02wt%以下；Nは、Cと同様に、深絞り成形性に有害な元素である。とくに、0.02wt%を超えるとその影響が顕著になるので0.02wt%以下とする必要がある。好ましくは0.01wt%以下の範囲がよい。

【0021】Cr: 5~60wt%；Crは、ステンレス鋼としての耐食性を確保するためには不可欠な元素である。その量が10wt%未満では耐食性が不足し、一方60wt%を超えての添加は冷間加工性の低下を招くので、その添加範囲は5~60wt%、好ましくは10~45wt%とする。

【0022】Ti: 4(C+N)~0.5 wt%；Tiは、深絞り性に有害なC、Nを析出固定し、高い深絞り性を確保するために有用な元素である。その効果は、4(C+N)wt%未満では得られず、一方0.5wt%を超えて添加してもこれらの効果が飽和するのみでなく、製造性が低下する。したがって、Tiの添加量は、4(C+N)~0.5 wt%、好ましくは4(C+N)~0.3 wt%とする。

【0023】Nb: 0.003~0.020 wt%；Nbは、本発明において、Ti、Bなどとの複合添加により深絞り成形性と耐二次加工脆性とを同時に改善する特に重要な元素である。その効果は、0.003 wt%未満では得られず、一方、0.020 wt%を超えて添加しても効果が飽和し、却って製造コストの上昇を招くことになるので、Nbの添加量は、0.003~0.020 wt%、好ましくは0.004~0.018 wt%とする。

【0024】ここで、深絞り成形性と耐二次加工脆性とに及ぼすNbの効果、図により詳細に説明する。図1

5

は、 $(0.007 \sim 0.009) \text{ wt\% C} - (0.3 \sim 0.4) \text{ wt\% Si} - (0.3 \sim 0.4) \text{ wt\% Mn} - (0.02 \sim 0.03) \text{ wt\% P} - (0.005 \sim 0.007) \text{ wt\% S} - (0.02 \sim 0.03) \text{ wt\% Al} - (0.0070 \sim 0.0090) \text{ wt\% N} - (16 \sim 18) \text{ wt\% Cr} - (0.15 \sim 0.17) \text{ wt\% Ti} - (0.0008 \sim 0.0010) \text{ wt\% B}$  を含有する冷延鋼板（ロール径150mm以上のワークロールによる冷間圧下率が82.5%）の $\Delta r$ に及ぼすNbの影響を示したものである。図1から、 $\Delta r$ は0.003 wt%以上のNb添加により著しく改善され、したがって、深絞り成形後の耳形状が大きく改善されることがわかる。

【0025】また、図2は、 $(0.007 \sim 0.009) \text{ wt\% C} - (0.3 \sim 0.4) \text{ wt\% Si} - (0.3 \sim 0.4) \text{ wt\% Mn} - (0.02 \sim 0.03) \text{ wt\% P} - (0.005 \sim 0.007) \text{ wt\% S} - (0.02 \sim 0.03) \text{ wt\% Al} - (0.0070 \sim 0.0090) \text{ wt\% N} - (16 \sim 18) \text{ wt\% Cr} - (0.15 \sim 0.17) \text{ wt\% Ti} - (0.001 \sim 0.018) \text{ wt\% Nb} - (0.0008 \sim 0.0010) \text{ wt\% B}$  を含有する冷延鋼板（ロール径150mm以上のワークロールによる冷間圧下率が82.5%）の加工後の二次加工脆化割れと $r$ 値との関係に及ぼすNb量の影響を示す。図2から、Nbを0.003 wt%以上含有する鋼板は、深絞り成形時の成形限界指標となる $r$ 値が高く、脆化割れ発生温度が低いことがわかる。以上説明したように、0.003 wt%以上のNbを含有させることにより、深絞り成形性と耐二次加工脆性の両者が高い水準でバランスすることが示される。なお、上記実験における $r$ 値の算出方法、脆化割れ試験方法は、後述する方法と同じとした。

【0026】B: 0.0002~0.005 wt%; Bは、深絞り成形後の耐二次加工脆性を改善するために有効な元素である。その効果は、0.0002wt%未満では得られないが、過剰の添加は深絞り成形性を劣化させるので、その添加量は0.0002~0.005 wt%、好ましくは0.0003~0.003 wt%とする。

【0027】Ca: 0.0005~0.01wt%

Caは、製鋼製造時におけるTi系介在物によるノズル詰まりを抑制する効果を有するげんそであり、Tiに応じて選択的に添加される。しかしながら、過剰に添加するとCa系介在物が脆性破壊の起点なりうるので、Caの添加範囲は0.0005~0.01wt%、好ましくは0.0005~0.006 wt%とする。

【0028】Mo: 0.1 ~5.0 wt%; Moは、耐食性を一層

6

向上させる元素であり、選択的に添加される。その効果は0.1 wt%以上の添加で得られるが、5.0wt %を超えての添加は深絞り成形性の低下を招くので、Moの添加量は0.1~5.0wt %、好ましくは0.3~3.0wt %とする。

【0029】本発明鋼板の製造工程は、上記の成分組成からなる鋼を転炉、電気炉等の通常の製鋼炉で溶製し、連続铸造法または造塊法で鋼片とした後、熱間圧延（熱延板焼鈍）—酸洗—冷間圧延—冷延板焼鈍—酸洗、必要に応じて、さらに冷間圧延—焼鈍—酸洗を繰り返す方法によればよい。しかし、上記冷間圧延工程において、冷間圧延条件を下記に述べる範囲に制御すれば、より一層有利に目標を達成することができる。

【0030】・冷間圧延ワークロールのロール径: 150mm以上、冷間圧延の圧下率: 30%以上; ステンレス冷延鋼板は、一般に、ロール径100mm以下のワークロールにて圧延されるが、本発明では、ロール径を150mm以上とする。ロール径を大径化することによって、ロールと鋼板表面との摩擦による圧延方向の剪断応力が軽減され、同時に、板面内における応力の差が小さくなる。その結果、耐二次加工脆性を劣化させることなく、 $r$ 値および $\Delta r$ を一層改善できる。ロール径が150mm未満の場合、あるいはロール径が150mm以上であってもこのロールによる圧下率が30%未満の場合には、その効果が不十分である。ただし、ロール径が1000mmを超えるとロールを駆動するのに必要な動力が過大となるので経済的に不利となり、また、このロールによる圧下率が95%を超えるとロールと鋼板との固着により、鋼板の表面性状が劣化する傾向になる。したがって、冷間圧延ワークロールのロール径は150mm以上、好ましくは250~1000mm、冷間圧延の圧下率は30%以上、好ましくは40~95%とする。

【0031】

【実施例】

#### 実施例1

表1、2に示す化学組成の鋼を転炉、二次精錬にて溶製し、鋼片とした後、1250℃に加熱後、熱間圧延により板厚4.0mmの熱延板とした。この熱延板を、熱延板焼鈍（800~950℃）—酸洗—冷延—冷延板焼鈍（800~950℃）—酸洗により板厚0.7mmの冷延鋼板とした。

【0032】

【表1】

化 学 成 分 (wt%)

鋼	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Ti	Nb	B	Ca	Mo	備 考
1	0.011	0.43	0.46	0.032	0.004	0.030	0.0115	11.2	0.153	0.005	0.0006	0.0015	—	発明例
2	0.010	0.21	0.32	0.037	0.006	0.025	0.0391	10.9	0.206	0.012	0.0008	—	—	発明例
3	0.010	0.39	0.28	0.021	0.008	0.031	0.0081	16.7	0.103	0.008	0.0004	0.0023	—	発明例
4	0.014	0.62	0.19	0.018	0.005	0.046	0.0088	16.9	0.151	0.017	0.0005	0.0018	—	発明例
5	0.014	0.20	0.26	0.017	0.011	0.002	0.0072	17.3	0.161	0.003	0.0011	0.0006	0.13	発明例
6	0.009	0.18	0.30	0.019	0.005	0.025	0.0066	17.0	0.149	0.010	0.0008	—	0.98	発明例
7	0.010	0.31	0.15	0.029	0.004	0.001	0.0076	16.8	0.152	0.018	0.0015	0.0030	—	発明例
8	0.007	0.15	0.56	0.029	0.013	0.031	0.0085	17.2	0.093	0.004	0.0025	0.0041	0.31	発明例
9	0.012	0.20	0.23	0.030	0.004	0.029	0.0034	17.0	0.131	0.009	0.0040	0.0020	—	発明例
10	0.010	0.20	0.17	0.024	0.007	0.038	0.0088	16.5	0.263	0.006	0.0010	0.0053	—	発明例
11	0.015	0.19	0.42	0.018	0.006	0.056	0.0089	17.2	0.309	0.013	0.0008	0.0080	—	発明例
12	0.006	0.23	0.15	0.023	0.002	0.023	0.0063	30.5	0.103	0.007	0.0004	—	—	発明例
13	0.002	0.32	0.19	0.042	0.002	0.007	0.0071	39.2	0.162	0.015	0.0015	0.0015	—	発明例
14	0.007	0.17	0.13	0.020	0.002	0.013	0.0090	51.3	0.125	0.010	0.0007	0.0021	—	発明例

【0033】

\* \* 【表2】

化 学 成 分 (wt%)

鋼	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Ti	Nb	B	Ca	Mo	備 考
15	0.011	0.26	0.21	0.019	0.004	0.011	0.0073	17.0	0.231	0.005	0.0006	0.0010	2.56	発明例
16	0.005	0.31	0.25	0.020	0.005	0.009	0.0081	30.0	0.119	0.010	0.0009	0.0019	0.79	発明例
17	0.017	0.25	0.42	0.025	0.007	0.051	0.0086	11.0	0.142	0.001	0.0007	0.0023	—	比較例
18	0.013	0.41	0.19	0.028	0.004	0.026	0.0060	16.8	0.128	0.001	0.0001	—	—	比較例
19	0.015	0.23	0.25	0.019	0.004	0.030	0.0073	17.0	0.133	0.001	0.0003	0.0018	—	比較例
20	0.011	0.36	0.31	0.023	0.005	0.005	0.0088	17.1	0.129	0.002	0.0010	—	0.13	比較例
21	0.009	0.25	0.26	0.022	0.008	0.032	0.0079	17.0	0.118	0.001	0.0020	0.0053	—	比較例
22	0.012	0.32	0.25	0.022	0.007	0.025	0.0056	16.9	0.283	0.001	0.0001	0.0022	1.01	比較例
23	0.010	0.19	0.30	0.021	0.003	0.036	0.0091	17.3	0.309	0.001	0.0009	0.0018	—	比較例
24	0.005	0.15	0.22	0.019	0.010	0.010	0.0071	30.5	0.130	0.001	0.0009	0.0026	—	比較例
25	0.006	0.18	0.22	0.026	0.002	0.025	0.0069	51.0	0.129	0.001	0.0008	0.0017	—	比較例
26	0.007	0.30	0.30	0.021	0.005	0.020	0.0076	7.0	0.153	0.011	0.0009	0.0010	—	発明例
27	0.009	0.29	0.26	0.021	0.005	0.020	0.0083	7.1	0.143	0.001	0.0010	0.0012	—	比較例

【0034】上記方法により得られた鋼板を供試材として、深絞り成形性（ $r$ 値、 $\Delta r$ ）および耐二次加工脆性を下記の方法により測定した。

・ $r$ 値、 $\Delta r$

鋼板の圧延方向、圧延方向に対して45°の方向、圧延方向に対して90°の各方向からJIS5号試験片を採取し、この試験片に5～15%の単軸引張予歪を与えた時の横ひずみおよび板厚ひずみの比から各方向のランクフォード値を測定し、次式によって求めた。

$$r = (r_1 + 2r_0 + r_2) / 4$$

$$\Delta r = (r_1 - 2r_0 + r_2) / 2$$

ただし、 $r_1$ 、 $r_0$  および  $r_2$  は、それぞれ圧延方向、圧延方向に対して45°の方向、圧延方向に対して90°の方向のランクフォード値を表す。

・耐二次加工脆性

絞り比2で深絞り加工したカップ状試験片を-100～20℃の特定温度に保持した後、落重試験（重錘5kg、落差0.508m）によりカップ頭部に衝撃荷重を負荷し、カップ側

壁部における脆性割れの有無から、割れ発生温度を求めた。いずれの鋼についても、温度は5℃間隔で2個づつ行い、その内1個でも脆性割れが発生すれば、その時の最も高い温度を割れ発生温度とした。これらの試験結果\*

\*を、表3に示す。

【0035】

【表3】

鋼No	冷延 ロール径	r値	$\Delta r$	割れ 発生 温度	備 考	鋼No	冷延 ロール径	r値	$\Delta r$	割れ 発生 温度	備 考
1	180	1.72	0.14	-70	発明例	15	300	1.56	0.15	-55	発明例
2	180	1.76	0.11	-75	発明例	16	180	1.53	0.17	-50	発明例
3	180	1.65	0.12	-60	発明例	17	180	1.61	0.41	-60	比較例
4	300	1.68	0.04	-65	発明例	18	180	1.60	0.42	-5	比較例
5	180	1.63	0.09	-65	発明例	19	80	1.47	0.45	-45	比較例
6	180	1.65	0.07	-75	発明例	20	80	1.45	0.41	-55	比較例
7	80	1.63	0.07	-80	発明例	21	80	1.41	0.43	-60	比較例
8	180	1.59	0.10	-80	発明例	22	180	1.63	0.41	15	比較例
9	180	1.58	0.13	-85	発明例	23	300	1.45	0.50	-40	比較例
10	80	1.56	0.24	-55	発明例	24	180	1.38	0.43	-35	比較例
11	80	1.62	0.11	-60	発明例	25	180	1.25	0.63	-25	比較例
12	180	1.53	0.14	-50	発明例	26	180	1.73	0.11	-75	発明例
13	80	1.53	0.19	-55	発明例	27	180	1.68	0.43	-55	比較例
14	180	1.55	0.14	-50	発明例						

割れ発生温度：単位（℃）

【0036】表3から、本発明鋼板は、r値が1.5以上、 $\Delta r$ が0.3以下、また耐二次加工脆性を示す割れ発生温度が-50℃以下の特性を示し、いずれも比較例に比べて優れた深絞り成形性および耐二次加工脆性を有していることがわかる。

#### 【0037】実施例2

表1に示す鋼のうち、鋼No. 1と6を、転炉、二次精錬にて溶製し、鋼片とした後、1250℃に加熱後、熱間圧延により板厚4.0mmの熱延板とした。この熱延板を、熱延板焼鈍（800～950℃）—酸洗—冷延—冷延板焼鈍（80※

※0～950℃）—酸洗により板厚0.7mmの冷延鋼板とした。ここで、板厚4.0mm→0.7mm（総圧下率82.5%）の冷延工程を冷延工程I（板厚4.0mm→Xmm）及び冷延工程II（板厚Xmm→0.7mm）に分け、この工程を種々のロール径、圧下率条件で圧延を行った。得られた鋼板から試験片を採取し、実施例1と同様な試験を行い、特性を評価した。その結果を、圧延条件とともに表4に示す。

【0038】

【表4】

実験 No	冷延圧延条件				鋼No: 1				鋼No: 6			
	冷延I		冷延II		r値	$\Delta r$	割れ 発生 温度 (℃)	備 考	r値	$\Delta r$	割れ 発生 温度 (℃)	備 考
	ロール径 (mm)	圧下率 (%)	ロール径 (mm)	圧下率 (%)								
1	80	82.5	—	—	1.70	0.24	-70	比較例	1.62	0.12	-75	比較例
2	180	20.0	80	78.2	1.70	0.23	-70	比較例	1.63	0.11	-75	比較例
3	180	35.0	80	73.1	1.61	0.12	-70	発明例	1.70	0.07	-75	発明例
4	180	50.0	80	65.0	1.82	0.10	-70	発明例	1.70	0.06	-75	発明例
5	180	82.5	—	—	1.85	0.08	-75	発明例	1.71	0.05	-75	発明例
6	300	35.0	80	73.1	1.75	0.13	-75	発明例	1.70	0.06	-80	発明例

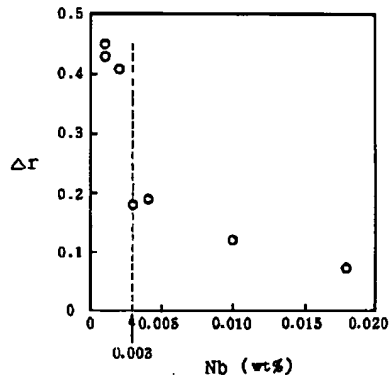
【0039】表4から、本発明方法を適用した鋼板はいずれも、一層優れた深絞り成形性および耐二次加工脆性を有することがわかる。

【0040】

11

【発明の効果】 上述したように、本発明法によれば、深絞り成形性と耐二次加工脆性とが共に優れるクロム鋼板の製造が可能となる。また、本発明法によれば、 $r$  値が 1.5 以上、 $\Delta r$  が 0.3 以下で、しかも脆性割れの発生温度が  $-50^{\circ}\text{C}$  以下を満たすクロム鋼板の製造が可能となる。

【図 1】



12

【図面の簡単な説明】

【図 1】  $\Delta r$  に及ぼす Nb 含有量の影響を示すグラフである。

【図 2】  $r$  値と割れ発生温度との関係を示すグラフである。

【図 2】

